Procedimiento para el pronóstico de la demanda en una MIPYME cubana

Procedure for demand forecasting in a cuban micro and SME

Jimmy Ernesto Fernández Cabrera [a], Aramis Alfonso Llanes [b], Rafael A. Ramos Gómez [b]
[a] Master's student in Industrial Engineering. University of Santi Spiritus "José Martí Pérez", Santi Spíritus, Cuba.
[b] Faculty of Mechanical and Industrial Engineering, "Marta Abreu" Central University of Las Villas. Santa Clara, Cuba.
Corresponding author: *fernandezcabrerajimmy@gmail.com*

Vol. 01, Issue 02 (2022): December
DOI: 10.53591/easi.v1i2.1783
ISSN-e 2953-6634
Submitted: October 30, 2022
Revised: December 7, 2022
Accepted: December 11, 2022

Engineering and Applied
Sciences in Industry
University of Guayaquil. Ecuador
Frequency/Year: 2
Web: revistas.ug.edu.ec/index.php/easi
Email:
easi-publication.industrial@ug.edu.ec

How to cite this article:
Fernández, J., Alfonso, A., Ramos, R. (2022). Procedimiento para el pronóstico de la demanda en una mipyme cubana. *EASI: Engineering and Applied Sciences in Industry*, 1(2), 14-22. https://doi.org/10.53591/easi.v1i2.1783

Resumen. La previsión de la demanda resulta un elemento fundamental en la planificación de las micro, pequeñas y medianas empresas (Mypimes). En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo desarrollar el pronóstico de la demanda mensual de la producción terminada en una empresa manufacturera de calzado, utilizando el herramental metodológico que más se adecue a las condiciones de la entidad objeto de estudio. El procedimiento propuesto permite la selección del modelo de pronóstico que mejor se adecue a las especificidades de la demanda, así como desarrolla un grupo de ecuaciones que facilitan el desarrollo del pronóstico considerando los patrones de tendencia y estacionalidad predominantes en la serie de datos históricos. La aplicación práctica de la propuesta pone de relieve la ventaja de adoptar técnicas, métodos y herramientas de la Administración de Operaciones en las Mypimes. Con dicha aplicación, en una empresa manufacturera de calzados, se logra identificar el método de pronóstico más adecuado según los parámetros característicos de la demanda estudiada (tendencia y estacionalidad), así como realizar la previsión de las ventas mensuales de zapatos para el año 2022 con un nivel de precisión estimado acertado (según la medida de error considerada).

Palabras claves: Administración de Operaciones, Mipymes, pronóstico de la demanda

Abstract. Demand forecasting is a fundamental element in the planning of micro, small and medium-sized enterprises (MSMEs). In this sense, the objective of this work is to develop the monthly demand forecast of the production in a footwear manufacturing company, using the methodological tool that best suits the conditions of the entity under study. The proposed procedure allows the selection of the forecast model that best suits the specificities of the demand, as well as develops a group of equations that facilitate the development of the forecast considering the predominant trend and seasonality patterns in the historical data series. The practical application of the proposal highlights the advantage of adopting techniques, methods and tools of Operations Management in Mypymes. With this application, in a footwear manufacturing company, it is possible to identify the most appropriate forecasting method according to the characteristic parameters of the studied demand (trend and seasonality), as well as to forecast the monthly sales of shoes for the year 2022 with an accurate estimated level of precision (according to the error measure considered).

Keywords: operations management, SMEs, demand forecasting

1. INTRODUCCIÓN

Las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) se caracterizan por ser un actor económico imprescindible del sistema empresarial actual, esto se aprecia en varios indicadores, dígase: la cantidad de personas empleadas en estas en disímiles países, y su representatividad entre la cantidad de empresas existentes en un número considerable de sectores empresariales (Vásquez et al., 2021; Goyes Noboa et al., 2020; Mulchandani et al., 2022). En la actualidad, se encuentran presentes en una amplia gama de actividades de producción y servicios de la economía. Resulta difícil encontrar algún sector empresarial en el que no esté presente este actor económico.

Cuba se encuentra inmerso en un profundo y necesario proceso de perfeccionamiento de su sistema económico social. En este contexto, se aprueba el decreto ley 46:2021 (Ministerio de Justicia, 2021), el cual regular la creación y funcionamiento de las micro, pequeñas y medianas empresas en el país.

En la actualidad se han identificado un grupo de factores que pueden llevar al fracaso a las Mipymes en el país; dentro de esta se destacan los siguientes: la falta de suficientes fuentes de financiamiento en Moneda Libremente Convertible (MLC), la reducción del poder adquisitivo del mercado consumidor, el incremento del empleo informal, la disminución de la productividad y de la fuerza de trabajo, el incremento del esquema de compra de las materias primas desde el exterior y/o ventas de materias primas con componente de liquides (CL). Por otra parte, como causas del funcionamiento interno de las Mipymes, sobresalen los gastos innecesarios provocados por los escasos procedimientos para administrar sus operaciones, luego se encuentra la mala selección del personal, y el desconocimiento del mercado. En este contexto, emerge la Administración o Gestión de Operaciones (AO) como Fuente de herramientas orientadas a elevar la eficacia de las acciones acometidas en las Mipymes para lograr el mejoramiento de su desempeño.

La Gestión de Operaciones es el proceso que planifica, organiza, coordina y controla eficazmente las operaciones responsables de la producción de bienes y servicios. Esta garantiza que se puedan gestionar eficazmente diversos atributos de la organización de fabricación, como las personas, los equipos, la información y la tecnología (Heizer et al., 2020; Schroeder y Goldstein, 2021; Stevenson, 2021). Un elemento determinante en el desarrollo de las diferentes decisiones que se toman en la AO es el pronóstico de la demanda; este constituye el insumo fundamental para operacionalizar las decisiones, tanto estratégicas, tácticas como operativas que se toman en desempeño productivo de las organizaciones (Heizer et al., 2020; Jacobs & Chase, 2020).

Por supuesto, las Mipymes, como cualquier negocio, debe gestionarse desde su diseño, planeación, gestión y administración. Hoy en día las Mipymes, en Cuba, no tienen en cuenta el comportamiento de la demanda de sus productos en el mercado lo que conlleva a una ineficiente administración de sus recursos (materiales, humanos y financieros). A partir de esta problemática se define como objetivo del presente artículo: desarrollar el pronóstico de la demanda mensual de la producción terminada en una empresa manufacturera de calzado, utilizando el herramental metodológico que más se adecue a las condiciones de la entidad objeto de estudio.

2. DESARROLLO

En este apartado se muestra tres importantes temas para la comprensión y desarrollo de la investigación. El primero estará dedicado a las micro, pequeñas y medianas empresas donde se muestran las características generales de este tipo de actor económico a nivel mundial, su importancia y características propias de estas en Cuba. El segundo muestra un análisis de la bibliografía internacional y nacional acera de conceptos, características y campos de acción de la Administración de Operaciones. Además, en el tercer apartado, se presenta un análisis general sobre los pronósticos de demanda y su importancia para las organizaciones.

2.1. Las Micro, Pequeñas y Medianas empresas

Las Mipymes, tienen un papel decisivo en la competitividad y en el dinamismo de la economía. Los autores Goyes Noboa et al. (2020) las definen como unidades económicas con dimensiones y características propias, que cuentan, al marco de la legislación vigente, con personalidad jurídica. Estas tienen como objetivo la obtención de beneficios mediante la producción y comercialización de bienes y servicios orientados al cumplimiento y superación de las expectativas de los clientes. En este sentido, para desarrollar su potencial de crecimiento, países pioneros en la creación de estos actores económicos como Estados Unidos, Japón y algunos europeos, suelen implementar un proceso de impulso a los emprendedores y la elaboración de un marco regulatorio y financiero favorable que tribute al crecimiento de las Mipymes, lo cual ha tenido como resultado que actualmente son el motor de la economía mundial dado que representan alrededor del 90% de las empresas y garantizan dos tercios de los puestos de trabajo del sector no estatal a nivel mundial (Vásquez et al., 2021; Mulchandani et al., 2022). Las Mipymes suelen ser sociedades

mercantiles aprobadas como sociedades de responsabilidad limitada, donde su clasificación varía dependiendo del país, generalmente se clasifican en micro, pequeñas y medianas empresas teniendo en cuenta el número de trabajadores, el volumen de ventas y el valor de sus activos (Jewalikar & Shelke, 2017; Mulchandani et al., 2022).

Hoy, un nuevo escenario se configura en Cuba para el emprendimiento privado. El surgimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas tiene como objetivo dinamizar el proceso de actualización del modelo económico social cubano, proceso encaminado potencial a los nuevos actores económicos con el objetivo de que estos contribuyan, junto a la empresa estatal socialista, al desarrollo socioeconómico del país. De acuerdo con el Decreto-Ley No. 46/2021, estas nuevas formas de gestión suelen diferenciar tanto por la cantidad de empleados que las integran (microempresas, pequeñas y medianas), incluidos sus socios, como por el tipo de propiedad (privadas, estatales o mixtas). Además, este tipo de entidades poseen un nivel elevado de autonomía empresarial que les permite exportar e importar; gestionar y administrar sus bienes; operar cuentas bancarias y acceder a cualquier fuente lícita de financiamiento; definir los productos y servicios a comercializar, definir sus proveedores y clientes, fijar precios; así como definir su estructura, plantilla y cantidad de trabajadores necesarios para su desarrollo.

2.2. Administración de operaciones

Tener una idea clara y centrada acerca de la administración garantiza a las empresas la generación de mayores beneficios. Esta idea se elabora en torno a producir y distribuir bienes de alta gama y servicios que se adapten a las necesidades individuales del cliente o brindar productos y servicios básicos genéricos, optimizando los costos y cumpliendo, en mayor medida, las expectativas del cliente. Coordinar las operaciones que tributen a esta idea constituye un desafío.

La Administración de Operaciones, mediante la coordinación de las áreas funcionales de la empresa, se enfoca en el diseño sistemático, la dirección, y el control de la producción, todo ello dirigido a lograr la satisfacción del cliente interno y externo de la organización (Stevenson, 2021; Krajewski & Malhotra, 2022).

Existe un grupo de factores como la modernización de la tecnología, las expectativas siempre cambiantes de los clientes y sus necesidades, los factores económicos, el incremento de la competencia generalizada internacional como resultado de la globalización, las situaciones sociales, que han influido favorablemente en la evolución conjunta de la AO y del campo empresarial (Collier & Evans, 2021; Johnston et al., 2021). Esta evolución se acelera a partir de la necesidad de las empresas de producir a gran escala, en menor tiempo que la competencia y con las características preferenciales de los clientes. (Helmold, 2020).

En tal sentido, estudiosos de la AO la definen como el proceso de planificar, programar y controlar actividades que toman entradas y las transforman en salidas, las cuales pueden ser productos o servicios, con un valor para el cliente (Bozarth & Handfield, 2019). De igual manera, es comprendido como la disciplina que aplica conceptos, herramientas y técnicas de gestión para planificar, desarrollar, organizar y mejorar los procesos que se llevan a cabo en una empresa (Stevenson, 2021). La AO no es de aplicación exclusiva a las actividades operativas, ya que han ido evolucionando hacia una función cada vez más estratégica al reconocer el valor potencial y la contribución para analizar políticas y desafíos en la agenda de la competencia (Heizer et al., 2020; Schroeder & Goldstein, 2021).

Un concepto más amplio, define la AO como el área que tiene la función de coordinar, integrar y dirigir las actividades correspondientes dentro y fuera de los límites de la organización creando el flujo necesario para el desarrollo de bienes o servicios que cumplan con los requisitos del usuario o consumidor, prestando atención a los objetivos de sostenibilidad formulados en el diseño de la estrategia empresarial (Stevenson, 2021). La AO es, por lo tanto, la coordinación de actividades decisionales para la producción y entrega de productos y servicios en busca mejoras importantes indicadores en términos de eficiencia y satisfacción de clientes.

En un análisis exhaustivo de la literatura (Heizer et al., 2020; Helmold, 2020; Jacobs & Chase, 2020; Schroeder & Goldstein, 2021; Stevenson, 2021), se identifica que existe un consenso en que la AO es el conjunto de técnicas, métodos y herramientas que se aplican en los niveles estratégicos, tácticos y operativos de la gestión empresarial para la optimización de procesos productivos y de servicios con la finalidad de lograr mayor eficiencia y sostenibilidad.

Autores como Bozarth & Handfield (2019), Heizer et al. (2020), Jacobs & Chase (2020), y Schroeder & Goldstein (2021), notables estudiosos de la Administración de Operaciones, concuerdan en que la planificación estratégica de operaciones, la administración del inventario, la planeación de ventas y operaciones (PV&O), el pronóstico de demanda, la planeación de la capacidad, la programación y control de la producción, la localización y distribución de facilidades, el diseño y análisis de procesos, el diseño del producto y del servicio, la administración del mantenimiento, la gestión de la calidad, la gestión de los recursos humanos, y el diseño y medición del trabajo, son áreas de decisión muy importantes que resultan responsabilidad de esta rama.

2.3. Pronóstico de demanda

La previsión se refiere a la acción de pronosticar acontecimientos que ocurrirán en el futuro a partir del estudio de datos históricos (Heizer et al., 2020; Schroeder & Goldstein, 2021; Bisht & Ram, 2022). Lo que hace que la demanda sea especialmente difícil de medir es el hecho de que fluctúa en respuesta a una serie de influencias (Bisht & Ram, 2022).

Las organizaciones enfrentan un conjunto diferente de problemas mientras se involucran en la planificación y, en cada uno de ellos, la previsión o pronóstico de la demanda juega un papel importante. La previsión es un factor importante para que las organizaciones puedan anticiparse a los cambios en las necesidades de los clientes y suministrarles nuevos diseños de bienes y servicios en el momento en que los necesita, y lograr así ser competitivos en un mercado tan cambiante como el que prevalece en la actualidad (Stevenson, 2021; Ensafia et al., 2022).

Para elaborar previsiones precisas, una organización debe tener en cuenta el tipo de datos utilizado, la naturaleza del análisis realizado, la posición del producto o servicio en su ciclo de vida, el horizonte temporal en el que se deriva la previsión y las herramientas y técnicas empleadas, los cuales pueden variar de una situación a otra (Bozarth y Handfield, 2019; Schroeder & Goldstein, 2021).

Las previsiones pueden elaborarse mediante un enfoque cualitativo o uno cuantitativo. Los métodos de previsión cualitativos adoptan un enfoque subjetivo, se basan en estimaciones y opiniones. Los métodos cuantitativos utilizan una expresión matemática o un modelo para mostrar la relación entre la demanda y alguna variable o variables independientes. Existen muchos tipos diferentes de técnicas de pronóstico, y no hay ninguna que funcione mejor en todas las situaciones. El modelo adecuado para la previsión depende de la trayectoria de la demanda que se quiera proyectar y de los objetivos del pronosticador para el modelo (Bozarth & Handfield, 2019; Heizer et al., 2020; Schroeder & Goldstein, 2021).

Desde el punto de vista del horizonte de tiempo; a largo plazo las proyecciones de la demanda son necesarias para la planificación estratégica de negocios; a medio plazo, se emplean para proyectar la demanda agregada para la planificación de la producción; y a corto plazo, son necesarias para los artículos y está asociada a la programación maestra de la producción (Heizer et al., 2020; Jacobs & Chase, 2020). En la Tabla 1 se presenta un resumen de usos de los pronósticos para algunas de las decisiones que se deben tomar por parte de los encargados de la Administración de Operaciones.

Tabla 1. Usos del pronóstico para decisiones de la Administración de Operaciones

Decisiones	Horizonte de tiempo	Precisión requerida	Número de previsiones	Técnicas de pronóstico
Administración de los inventarios	Corto	Elevada	Muchas	Análisis de series de tiempo
Diseño y análisis de procesos	Largo	Media	Simple o pocas	Cualitativas o relaciones causales
Planeación de la capacidad	Largo	Media	Simple o pocas	Cualitativas o relaciones causales
Programación y control de la producción	Corto	Elevada	Muchas	Análisis de series de tiempo
Planeación de ventas y operaciones (PV&O)	Medio	Alta	Pocas	Cualitativas o relaciones causales

Fuente: Schroeder y Goldstein (2021).

Autores como Heizer et al. (2020), Helmold (2020), Johnston et al. (2021) y Schroeder & Goldstein (2021) son del criterio de que, a pesar de que es necesario estimar la demanda de productos o servicios individuales en las empresas, puede resultar más factible, dependiendo del nivel de planificación, realizar la previsión de manera integrada por grupos o familias y luego desarrollar la desagregación en servicios y productos individuales. Además, Krajewski & Malhotra (2022) plantean que seleccionar la unidad de medida correcta para pronosticar puede ser tan importante como elegir el mejor método.

Todas las previsiones están sujetas a errores, y entender la naturaleza y el tamaño de estos es importante para tomar buenas decisiones, para elegir entre varias alternativas de previsión o evaluar el éxito o el fracaso de una técnica en uso. Está claro que se desean utilizar modelos que tengan pequeños errores de previsión. Los términos más comúnmente utilizados para estos fines son la desviación media absoluta, el error cuadrático medio y el error porcentual absoluto medio, así como la señal de rastreo (MAD, MSE, MAPE y TS, respectivamente, por sus siglas en

inglés) para analizar si la previsión se mantiene ante cambios de la demanda (Cachon & Terwiesch, 2020; Jacobs & Chase, 2020; Collier & Evans, 2021; Schroeder & Goldstein, 2021; Stevenson, 2021).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En la investigación realizada se emplea un procedimiento de elaboración propia el cual se soporta en las propuestas de Cachon & Terwiesch (2020), Jacobs & Chase (2020), Heizer et al. (2020), Schroeder & Goldstein (2021) y Krajewski & Malhotra (2022). Este procedimiento consta de cuatro pasos para el desarrollo de un sistema de pronósticos y propone una forma sistemática de iniciar, diseñar e implementarlo. A continuación, se realiza una descripción analítica de la propuesta.

3.1. Paso 1. Conformar y organizar el equipo de trabajo

Conformar el equipo de trabajo constituye el primer paso para la puesta en práctica del procedimiento propuesto. Sus miembros deben ser especialistas en los temas que se abordarán a través del desarrollo de los pasos que conforman el procedimiento (específicamente en técnicas y métodos de previsión de la demanda); de ser necesario se les capacitará en estos temas. Estos expertos, entre otras, deben desarrollar las actividades siguientes: confeccionar y organizar el cronograma de trabajo del equipo; aplicar técnicas de recopilación de datos conforme se precise en las diferentes etapas del proceso; analizar los datos recolectados para la obtención de la información necesaria; procesar dicha información a través de los softwares disponibles para estos fines.

3.2. Paso 2. Determinar el propósito del pronóstico y los modelos a ser usados

El segundo paso es tener claridad sobre el propósito detrás del desarrollo del pronóstico, por lo que se debe conocer por qué se desarrolla el mismo; para ello se le debe dar respuesta a las interrogantes siguientes: ¿La organización está interesada en lanzar nuevas líneas de productos en un futuro próximo? ¿Está tratando de estimar los recursos necesarios para cumplir con los objetivos de producción para el próximo año? ¿Está analizando el impacto de los cambios a corto plazo en la demanda con miras a ajustar la capacidad para satisfacer la demanda? En el primer caso, el horizonte de tiempo es a largo plazo, el segundo caso se aborda un requisito a mediano plazo, mientras que en tercero se centra en los requisitos a corto plazo.

Una vez que el propósito, el horizonte temporal y los datos requeridos están claramente identificados, la siguiente acción consiste en elegir un modelo de pronóstico apropiado dentro del universo disponible. Mediante un análisis minucioso de la literatura especializada (Jiang et al., 2020; Badulescu et al., 2021; Omar & Kawamukai, 2021; Ensafia et al., 2022) se pudo observar que cuando existen tendencia, aleatoriedad y fenómenos repetitivos temporales (estacionalidad y ciclo) resulta útil el método de series de tiempo "Holt-Winters", también conocido como método de suavizado exponencial triple, por lo que se decide asumir su aplicación en la investigación.

El método de Holt-Winters pertenece a grupo de técnicas cuantitativas de serie de tiempo, específicamente a la familia de métodos de suavización exponencial, y se van a utilizar para realizar previsiones, a partir de datos históricos que presentan patrones de tendencia, ciclos y estacionalidad en su comportamiento. Una de las ventajas de este método radica en que, en comparación a otras técnicas como ARIMA, el tiempo requerido para realizar los cálculos pertinentes es considerablemente menor, además de resultar mucho más sencillo en su procesamiento.

3.3. Paso 3. Desarrollar el modelo de pronóstico seleccionado

El método de Holt-Winters incorpora tres constantes, alfa (α) para controlar el nivel y beta (β) para trabajar la tendencia, tal y como lo hace la metodología de Holt para dar cuenta del nivel de datos y su tendencia, agregando además gamma (Υ), para modelar el fenómeno estacional o cíclico. La notación para obtener el modelo se muestra a continuación:

y_t : valor histórico de las ventas realizadas en el periodo t

$\hat{Y}_t$: pronóstico de ventas para el período t a partir de los datos del período t-1

$\hat{Y}_{t+k/t}$: valor pronosticado de ventas para el período t + k tomando como base los datos hasta t

N_t: Estimación del nivel en el tiempo para el periodo t

T_t: Estimación del componente de la tendencia para el periodo t.

E_t: Estimación del componente de la estacionalidad para el periodo t

A medida que se disponen de nuevos datos de ventas reales los términos de nivel, tendencia y estacionalidad se renuevan iterativamente mediante suavización exponencial, y en consecuencia el pronóstico de ventas para dicho período "t". A continuación, se detallan las ecuaciones de actualización de los tres términos y de previsión de ventas (Ec. 1-4).

$$N_t = \alpha(y_t + E_{t-12}) + (1-\alpha)(N_{t-1} + T_{t-1}) \tag{1}$$

$$T_t = \beta(N_t - N_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \tag{2}$$

$$E_t = \gamma(y_t - N_t) + (1-\gamma)E_{t-12} \tag{3}$$

$$\hat{Y}_t = N_{t-1} + Tt_{-1} + E_{t-12}, \tag{4}$$

donde $0 < \alpha, \beta, \Upsilon < 1$.

Con la expresión número 1 se determina el valor del nivel en el tiempo para el período t, a partir del valor de y_t corregido de estacionalidad y combinándolo con la suma del nivel medio y del incremento (o decremento) esperado correspondiente al período anterior. Haciendo uso de la segunda ecuación se estima el componente de la tendencia en el período t, para ello se utiliza la diferencia de estimación del nivel en el tiempo en los períodos t y $t-1$ y, por otro, la estimación del componente de la tendencia en el periodo anterior. A continuación, con la tercera expresión de cálculo se realiza una estimación del componente de la estacionalidad para el período t, dónde E_{t-12} se obtiene dividir el valor histórico de las ventas en el período t del año anterior y el valor medio de la serie para el período 1. Para concluir, el valor pronosticado de las ventas para el período t a k períodos vista se determina a través de la ecuación 5.

$$\hat{Y}_{t+k/t} = N_t + T_t k + E_{t+k-12}) \tag{5}$$

3.4. Paso 4. Validar los resultados

Una forma de monitorear las previsiones para asegurarse de que estén funcionando bien es comparar los valores pronosticados con los reales observados, o sea, determinar el error cometido. Para el desarrollo de este paso se recomienda el empleo de las medidas mencionadas en el apartado donde se abarcó lo referente al Pronóstico de demanda. Para cada situación específica, los decisores deben escoger cuál(es) de las medidas utilizar, en correspondencia a los objetivos de la previsión.

Es importante destacar el carácter dinámico en el tiempo que debe tener la función de pronóstico para que el modelo reaccione y se adapte progresivamente al comportamiento de la serie cada vez que se obtenga una nueva información, o sea, el proceso de previsión debe estar sometido a un control por retroalimentación de manera continua con la realidad, de forma que los nuevos datos obtenidos modifiquen el modelo de pronóstico y por ende la previsión.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente apartado se exponen los resultados alcanzados mediante la implementación del procedimiento propuesto en una empresa manufacturera de calzado del municipio Yaguajay, provincia de Santi Spíritus.

La puesta en práctica del procedimiento propuesto se desarrolló por parte del especialista principal de la empresa (Especialista "A" en gestión comercial), el Administrador de la empresa, y un especialista en comercio exterior y estudios de mercado de la Mipyme Analytica SRL, los cuales conformaron el equipo de trabajo al frente de la implementación.

El propósito del pronóstico consistió en determinar la demanda mensual de pares de zapatos para el año 2022, a partir de los niveles históricos de ventas alcanzados por el titular del negocio como trabajador por cuenta propia desde el año 2019 hasta diciembre del 2021 (Fig. 1), el cual es hoy el único socio de la sociedad mercantil bajo estudio, fundada en enero de 2022. El análisis de los datos evidencia que estos presentan una tendencia creciente en su comportamiento cada 12 meses; de igual manera, se observa cierta estacionalidad, mostrándose un incremento sostenido de las ventas en los períodos de enero a agosto de cada año y luego un descenso desde septiembre a diciembre. Este comportamiento justifica el empleo del método de Holt-Winters en la estimación de la demanda futura.

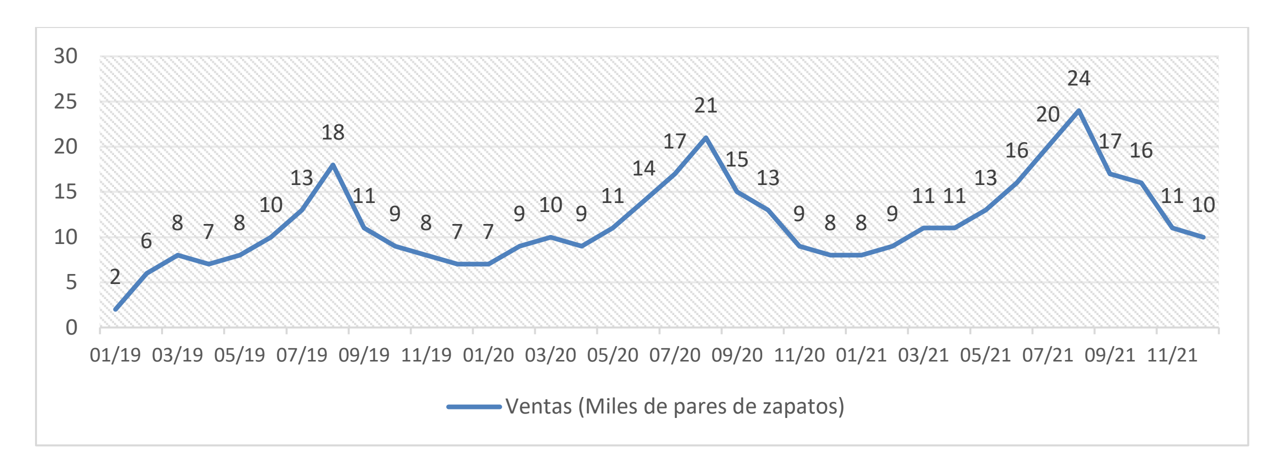


Figura 1. Comportamiento mensual de las ventas en el período 2019 – 2021 (en miles de pares de zapato)

Como punto de partida para aplicar el método seleccionado se deben especificar los valores de arranque del modelo para los componentes N_{12}, T_{12}, E_{t-12} (Ec. 6, 7 y 8, respectivamente), así como las constantes α, β y γ.

$$N_{12} = \overline{y_i} = \overline{y_1} \tag{6}$$

$$T_{12} = \frac{\overline{y_{i+1}} - \overline{y_i}}{12} = \frac{\overline{y_2} - \overline{y_1}}{12} \tag{7}$$

$$E_{12} = y_{12} - N_{12} \tag{8}$$

A continuación, se trabaja mes a mes calculando desde N_{13}, T_{13}, E_{13} y $\hat{Y}_{13}$ hasta N_{36}, T_{36}, E_{36} y $\hat{Y}_{36}$, utilizando las ecuaciones 1, 2, 3, y 4, como se ejemplifica a continuación:

$$N_{13} = \alpha(y_{13} - E_{13-12}) + (1-\alpha)(N_{12} + T_{12})$$

$$T_{13} = \beta(N_{13} - N_{12}) + (1-\beta)_{12}$$

$$E_{13} = \gamma(y_{13} - N_{13}) + (1-\gamma)E_{13-12}$$

$$\hat{Y}_{13} = N_{12} + T_{12} + E_{13-12}$$

En consecuencia, el cálculo del pronóstico mensual de las ventas para el año 2022 se realiza a través de la ecuación 5, lo cual resulta como sigue:

$$\hat{Y}_{36+1/36} = N_{36} + T_{36}1 + E_{36+1-12}$$

Mediante el empleo de la herramienta Solver de Excel, proponiéndose como objetivo, según decisión del grupo de trabajo, minimizar el valor del MAPE, se realiza la optimización de los resultados. Los valores resultantes para las constantes α, β y γ, fueron de 0,34, 0,02 y 0,09, respectivamente, y el pronóstico de ventas mensual para el año 2022, tal y como se presenta en la Fig. 2.

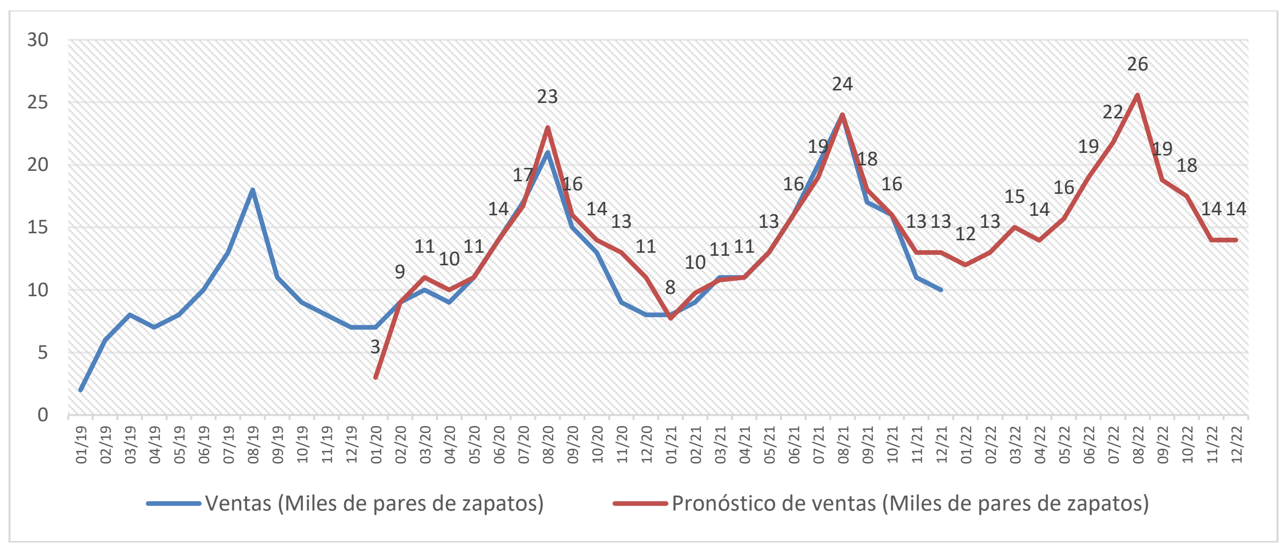


Figura 2. Comportamiento de las ventas y el pronóstico en el período 2019 – 2022

CONCLUSIONES

En el contexto económico cubano actual, donde se desempeñan Mipymes como la que constituye objeto de estudio de la investigación, se requiere de la capacidad de las organizaciones de ser flexibles y resilientes, para lo cual disponer de un procedimiento que arroje el mejor pronóstico posible y que sea capaz de detectar con rapidez los cambios definitivos a corto plazo en la demanda y responder a ellos resulta de extrema necesidad.

En la actualidad, donde los patrones de la demanda sufren cambios constantes debido a los factores internos y externos que afectan a la economía cubana, el herramental propuesto tributa a alcanzar el nivel de competitividad y resiliencia que precisan estas organizaciones de reciente inserción en el entorno empresarial cubano.

La aplicación del procedimiento propuesto permitió realizar el pronóstico mensual para el año 2022 en la Mypime objeto de estudio, teniendo en cuenta las características de tendencia y estacionalidad presentadas por la demanda, garantizando una precisión adecuada en correspondencia con la medida de error seleccionada y las exigencias del monitoreo y control de pronóstico desarrollado.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declararon que no existe ningún conflicto de interés potencial dentro de esta investigación, autoría y/o publicación de este artículo.

REFERENCIAS

Badulescu, Y., Hameri, A.-P. & Cheikhrouhou, N. (2021). Evaluating demand forecasting models using multi-criteria decision-making approach. *Journal of Advances in Management Research*, *18*(5), 661-683. https://doi.org/10.1108/JAMR-05-2020-0080

Bisht, D. C. S. & Ram, M. (2022). *Recent Advances in Time Series Forecasting*. Editorial CRC Press.

Bozarth, C., & Handfield, R. (2019). *Introduction to operations and supply chain management*. (5a ed.). Editorial Pearson.

Cachon, G. & Terwiesch, C. (2020). *Matching Supply with Demand. An Introduction to Operations Management*. (4a ed.). Editorial McGraw Hill Education.

Collier, D. A. & Evans, J. R. (2021). *Operations and Supply Chain Management*. (2a ed.). Editorial CENGAGE.

Ensafia, Y., Amin, S. H., Zhang, G. & Shah, B. (2022). Time-series forecasting of seasonal items sales using machine learning. A comparative analysis. *International Journal of Information Management Data Insights*, 2(1), 100058. https://doi.org/10.1016/j.jjimei.2022.100058

Goyes Noboa, J. E., Alvarado Pacheco, E. S., Gavilánez Cárdenas, C. V. & Arguello Pazmiño, A. M. (2020). Evolución de las Mipymes según el ciclo de vida. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(S1), 47-52. https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1750

Heizer, J., Render, B. & Munson, C. (2020). *Operations Management. Sustainability and Supply Chain Management*. (13a ed.). Editorial Pearson.

Helmold, M. (2020). *Lean Management and Kaizen. Fundamentals from Cases and Examples in Operations and Supply Chain Management*. Editorial Springer.

Jacobs, F. R. & Chase, R. B. (2020). *Operations and Supply Chain Management. The Core*. (5a ed.). Editorial McGraw Hill Education.

Jewalikar, A. D. & Shelke, A. (2017). Lean Integrated Management Systems in MSME Reasons, Advantages and Barriers on Implementation. *Materials Today: Proceedings*, 4(2), 1037–1044. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.01.117

Jiang, W., Wu, X., Gong, Y., Yu, W. & Zhong, X. (2020). HolteWinters smoothing enhanced by fruit fly optimization algorithm to forecast monthly electricity consumption. *Energy*, 193, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116779

Johnston, R., Shulver, M., Slack, N. & Clark, G. (2021). *Service operations management*. (5a ed.). Editorial Pearson.

Krajewski, L. J. & Malhotra, M. K. (2022). *Operations Management. Processes and Supply Chains*. (13a ed.) Editorial Pearson.

Ministerio de Justicia (2021). Decreto-Ley 46 Sobre las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas. Gaceta Oficial de la república de Cuba, No. 94 Ordinaria, 19 de agosto.

Mulchandani, K., Jasrotia, S. S. & Mulchandani, K. (2022). Determining supply chain effectiveness for Indian MSMEs: A structural equation modelling approach. *Asia Pacific Management Review*. https://doi.org/10.1016/j.apmrv.2022.04.001

Omar, M. O. & Kawamukai, H. (2021). Prediction of NDVI using the Holt-Winters model in high and low vegetation regions: A case study of East Africa. *Scientific African*, 14, e01020. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e01020

Schroeder, R. & Goldstein, S. M. (2021). *Operations managements in the supply chain. Decisions and cases*. (8a ed.). Editorial McGraw Hill Education.

Stevenson, W. J. (2021). *Operations management*. (14a ed.). Editorial McGraw Hill Education.

Vásquez, J., Aguirre, S., Puertas, E., Bruno, G., Priarone, P. C. & Settineri, L. (2021). A sustainability maturity model for micro, small and medium-sized enterprises (MSMEs) based on a data analytics evaluation approach. *Journal of Cleaner Production*, 311, 127692. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127692